

DOCKET NO.: 221842US2PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Peter HOWLETT et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/FR01/02569

INTERNATIONAL FILING DATE: August 7, 2001

FOR: MAINTENANCE SYSTEM FOR A SET OF EQUIPMENT

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

COUNTRY
France

APPLICATION NO
00 10584

DAY/MONTH/YEAR
11 August 2000


Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/FR01/02569. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

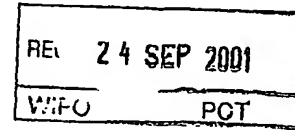


22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 1/97)


Marvin J. Spivak
Attorney of Record
Registration No. 24,913
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

REPUBLIQUE FRANCAISE PCT/FR 01/02569



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1 a) OU b)

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 14 AOUT 2001

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

BEST AVAILABLE COPY

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
28 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04
Télécopie : 33 (1) 42 93 59 30
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire



DS 540 W / 260899

REMISE EN DÉLIVRANCE DATE 11 AOUT 2000 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0010584 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 11 AOUT 2000 Vos références pour ce dossier (facultatif) 62193		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Jacques BEYLOT THOMSON-CSF TPI/DB 13 Avenue du Président Salvador Allendé 94117 ARCUEIL CEDEX
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie		
2 NATURE DE LA DEMANDE	Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet	<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité	<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire	<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i>	N° _____ Date ____/____/____	
<i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>	N° _____ Date ____/____/____	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>	<input type="checkbox"/> N° _____ Date ____/____/____	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) SYSTEME DE MAINTENANCE POUR UN ENSEMBLE D'EQUIPEMENTS.		
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE	Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR	<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale	THOMSON-CSF	
Prénoms		
Forme juridique	Société Anonyme	
N° SIREN	5 . 5 . 2 . 0 . 5 . 9 . 0 . 2 . 4	
Code APE-NAF	. . .	
Adresse	Rue 173 Boulevard Haussmann	
	Code postal et ville 75008 PARIS	
Pays	France	
Nationalité	Française	
N° de téléphone (facultatif)		
N° de télécopie (facultatif)		
Adresse électronique (facultatif)		



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMARQUE: REMISE DES PIÈCES DATE: 14 AOUT 2000 LIEU: 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT: 0010584 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	
Vos références pour ce dossier : (facultatif)		62193	
6 MANDATAIRE			
Nom		BEYLOT	
Prénom		Jacques	
Cabinet ou Société		THOMSON-CSF TPI/DB	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		8325	
Adresse	Rue	13 Avenue du Président Salvador Allendé	
	Code postal et ville	94117 ARCUEIL CEDEX	
N° de téléphone (facultatif)		01 41 48 45 09	
N° de télécopie (facultatif)		01 41 48 45 01	
Adresse électronique (facultatif)			
7 INVENTEUR (S)			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Jacques BEYLOT 		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI A. PAGNIER 	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11 235*02

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1..
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 W / 260399

Vos références pour ce dossier (facultatif)		62193	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0010584	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
SYSTEME DE MAINTENANCE POUR UN ENSEMBLE D'EQUIPEMENTS.			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
THOMSON-CSF			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		HOWLETT	
Prénoms		Peter	
Adresse	Rue	THOMSON-CSF TPI/DB 13 Av. du Président Salvador Allendé	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL CEDEX
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		FOURNIER	
Prénoms		François	
Adresse	Rue	THOMSON-CSF TPI/DB 13 Av. du Président Salvador Allendé	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL CEDEX
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)			
11 AOUT 2000		Beylot	
Jacques BEYLOT			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

SYSTEME DE MAINTENANCE POUR UN ENSEMBLE D'EQUIPEMENTS

La présente invention concerne la maintenance d'un ensemble d'équipements, tel que l'ensemble des équipements avioniques d'un aéronef qui remplissent les diverses fonctions nécessaires à l'accomplissement d'un vol.

5 Un aéronef comporte un grand nombre d'équipements, de natures diverses, mécanique, hydraulique, électrique ou électronique dont le bon fonctionnement est essentiel au cours d'un vol.

10 Pour améliorer le degré de confiance accordé à ces équipements, on procède, le plus souvent possible, pour chacun d'eux, à une surveillance de leur bon fonctionnement consistant en une surveillance des paramètres fondamentaux et dans des tests automatiques ou semi-automatiques de bon fonctionnement, suivis d'un diagnostic de panne pouvant mener à l'émission de messages de panne. Cette surveillance de bon fonctionnement associée à un équipement est connue sous le nom de fonction BITE, tirée de
15 l'abréviation de l'expression anglo-saxonne "Built In Test Equipment".

La fonction BITE d'un équipement est assumée par une électronique qui peut être spécifique ou partagée avec d'autres fonctions de l'équipement considéré. Cette électronique effectue les traitements logiciels nécessités par la fonction BITE. Elle comprend une partie matérielle plus ou
20 moins importante solidaire de l'équipement, avec, au minimum, dans cette partie matérielle, une mémoire non volatile dans laquelle sont stockés les franchissements de norme par les paramètres surveillés, les résultats des tests, le diagnostic de panne lorsqu'il existe ainsi que les messages de panne émis. Les messages de panne des fonctions BITE des équipements
25 surveillés d'un aéronef sont adressés, par une liaison de transmission de données avion, à un équipement centralisateur placé à bord de l'aéronef afin de rassembler les différents messages de panne émis.

A bord des aéronefs récents, les messages de panne provenant des fonctions BITE des différents équipements sont consultables du poste de
30 pilotage. Ils sont en outre prétraités, en vue de faciliter la tâche des équipages et du personnel de maintenance, par un calculateur central spécialisé connu sous différentes appellations telles que CMC de l'expression anglo-saxonne "Central Maintenance Computer" ou encore CFDIU de l'expression anglo-saxonne "Centralised Fault Display Interface".

Unit". Ce calculateur central de maintenance est accessible de l'équipage par une interface à clavier et écran qui peut être celle connue sous l'abréviation MCDU tirée de l'expression anglo-saxonne de "Multipurpose Control Display Unit" mais qui peut être aussi un ordinateur portable genre PC raccordé par

5 une liaison de données déconnectable empruntant ou non le bus avion. Il a pour fonction principale de faire, en temps réel ou en fin de vol, un diagnostic de la situation générale de l'aéronef à partir d'une synthèse des messages de panne reçus des différents équipements de l'aéronef. Il remplit également

10 d'autres fonctions telles que la corrélation des messages de panne reçus avec les alarmes reçues au niveau du poste de pilotage, la conduite de tests particuliers sur les équipements, menés à la demande, par un opérateur intervenant depuis l'interface clavier-écran donnant accès au calculateur central de maintenance ou la confection d'un rapport de "post-vol", connu

15 sous diverses appellations telles que PFR ou LLR de l'anglo-saxon "Post Flight Report" ou "Last Leg Report", à destination des équipes de maintenance au sol, renfermant un historique des messages de panne émis par les différents équipements de l'aéronef et des alarmes présentées à l'équipage ainsi que la synthèse des messages de panne faite en dernier

20 ressort et plus généralement, toutes les informations sur les états de fonctionnement des équipements, susceptibles de faciliter le travail de l'équipe de maintenance au sol, que ces informations résultent d'une exploitation automatique des messages de panne des équipements ou de remarques de l'équipage.

Pour réduire les temps d'immobilisation au sol d'un aéronef, ses

25 équipements, qu'ils soient mécaniques comme des valves, des pompes..., électriques comme des interrupteurs, des relais, des batteries..., ou électroniques comme des calculateurs de pilote automatique, de navigation..., sont, le plus souvent possible, conçus de manière à pouvoir être facilement démontés et remplacés rapidement par échange standard.

30 On parle alors d'équipements LRU de l'expression anglo-saxonne "Line Replaceable Unit".

Le concept de pièces facilement démontables et remplaçables par échange standard est même étendu à un échelon inférieur d'assemblage, au sein des équipements eux-mêmes, par utilisation d'architectures modulaires

35 avec des modules facilement démontables et remplaçables par échange

standard, certains pouvant être multifonctions, c'est-à-dire utilisables dans plusieurs équipements différents. On parle alors de modules LRM de l'anglo-saxon "Line Replaceable Module".

La fonction BITE de test de bon fonctionnement existe à chacun
5 des deux niveaux possibles d'échange standard de pièces au sein d'un
aéronef : niveau équipement LRU et niveau module d'équipement LRM. Elle
est dite fonction BITE de ressource lorsqu'elle s'intéresse à une composition
matérielle (~~hardware en anglo-saxon~~) ou au logiciel de premier niveau utilisé
10 (tel que le système d'exploitation) et fonction BITE d'application lorsqu'elle
s'intéresse à des logiciels de niveaux supérieurs. Elle est assurée par une
électronique dont une partie matérielle plus ou moins importante suit le sort
de la pièce susceptible d'un échange standard.

La fonction BITE peut également exister à un troisième niveau
d'assemblage regroupant plusieurs modules LRM placés dans une même
15 armoire ou étagère. Elle est alors dite fonction BITE globale et consiste en un
prédiagnostic facilitant celui du calculateur central de maintenance.

Un exemple de système de maintenance des équipements d'un
aéronef au moyen de fonctions BITE intégrées aux équipements et d'un
calculateur central de maintenance du genre précité est décrit dans le brevet
20 américain US 4,943,919.

Une fois qu'une partie d'équipement ou un équipement a été
repéré comme défaillant et déposé d'un aéronaut, il convient de le dépanner
dans une station de réparation. Pour faciliter ce dépannage, il est connu de
faire jouer une fonction d'aide au dépannage à la mémoire non volatile de la
25 partie matérielle de l'électronique assurant la fonction BITE de la pièce
déposée, qui reste solidaire de la pièce même après sa dépose. En effet,
cette mémoire qui peut être consultée alors que la pièce est encore installée
à bord de l'aéronef, par l'intermédiaire de l'interface écran-clavier MCDU
assurant l'interface avec le calculateur central de maintenance, est
30 également consultable en station de réparation par l'intermédiaire d'un
appareillage de test spécialement adapté à cette fonction de consultation et
utilisé pour diagnostiquer la panne.

Cette aide au dépannage résultant de la mémorisation du
diagnostic de la fonction BITE de la pièce examinée est quelquefois
35 insuffisante, notamment dans le cas de pannes n'apparaissant que dans un

contexte particulier. Le réparateur est alors amené à prendre en compte les raisons et conditions de la dépose. Jusqu'à présent, ces raisons et conditions de dépose figurent dans une note écrite rédigée par l'opérateur gestionnaire de l'aéronef, la plupart du temps une compagnie aérienne, sur la base des notes inscrites par le personnel de maintenance au sol dans le carnet de maintenance de l'aéronef (Technical/Maintenance Logbook en langue anglo-saxonne), à partir d'indications fournies par le calculateur central de maintenance dont le rapport PFR/LLR de "post-vol".

Ce processus entièrement manuel de renseignement sur les raisons et conditions de dépose d'une partie d'équipement ou d'un équipement impliquant plusieurs intervenants successifs produit souvent des erreurs de retranscription et des simplifications exagérées dans les informations transmises à la station de réparation, voire une absence totale d'information de sorte que l'aide apportée au diagnostic de panne par la note accompagnant la pièce déposée et exposant les raisons et conditions de la dépose est souvent moindre que celle à laquelle on serait en droit de s'attendre.

La présente invention a pour but de réduire les interventions manuelles dans le processus de renseignement d'une station de réparation sur les raisons et conditions de dépose d'une partie d'équipement ou d'un équipement à réparer en profitant de la présence, au sein de la pièce déposée, d'une mémoire non volatile dédiée à la fonction BITE de cette pièce, pour faire jouer à cette mémoire non volatile un rôle de stockage, non seulement du diagnostic de la fonction BITE de la pièce déposée, mais également du rapport PFR/LLR de "post-vol" établi par le calculateur central de maintenance et, éventuellement, des diagnostics des fonctions BITE d'autres niveaux d'assemblage englobant celui de la pièce déposée : fonction BITE de l'équipement englobant la pièce déposée lorsque celle-ci est un module LRM et que cet équipement est également pourvu à son niveau d'une fonction BITE, et/ou fonction BITE globale lorsque l'équipement d'appartenance de la pièce déposée est regroupé avec d'autres équipements dans une l'armoire ou étagère pourvue à son niveau d'une fonction BITE globale.

Grâce à cette réduction des interventions manuelles dans le processus de renseignement d'une station de réparation sur les raisons et

conditions de dépose d'une pièce à réparer, on améliore la précision et la fiabilité des informations parvenant à la station de réparation, avec la pièce déposée, sur les anomalies constatées en fonctionnement opérationnel et sur les circonstances de la panne. De nombreux bénéfices peuvent être attendus d'une amélioration de la fiabilité et de la précision des informations données à la station de réparation dont :

- une meilleure qualité de réparation liée à une meilleure connaissance des circonstances de la panne,
- une réduction du temps de réparation également liée à une meilleure connaissance des circonstances de la panne,
- une possibilité d'amélioration continue des pièces et équipements provenant d'une meilleure connaissance de leurs anomalies constatées en fonctionnement opérationnel,
- une possibilité d'actions d'incitation et de formation de la part des personnels de maintenance vis à vis des opérateurs gestionnaires des aéronefs en vue de réduire les fausses déposes de pièces ou d'équipements consécutives à une mauvaise interprétation des messages de panne,
- une meilleure traçabilité des fausses déposes dites NFF (abréviation de l'expression anglo-saxonne "No Fault Found")

L'objet de l'invention est un système de maintenance pour un ensemble d'équipements comportant :

- des circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement de chaque équipement, pourvus chacun de moyens d'élaboration de tests de bon fonctionnement et d'émission de messages de panne en cas d'échec des tests ainsi que d'une mémoire non volatile solidaire de l'équipement surveillé,
- un calculateur central de maintenance en relation avec lesdits circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement, pourvu de moyens de diagnostic de l'état de fonctionnement de l'ensemble d'équipements, opérant à partir des messages de panne desdits circuits électroniques de surveillance de bon

fonctionnement et élaborant un rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements,

- une ou plusieurs liaisons de transmission de données reliant lesdits circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement au calculateur central de maintenance,

5 ledit système de maintenance pour un ensemble d'équipements étant caractérisé en ce que le calculateur central comporte des moyens de mise à disposition de son rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements sur la ou les liaisons de transmission de données le reliant
10 aux circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement et en ce que les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement comportent des moyens de détection, de capture et de transfert dans leurs mémoires non volatiles solidaires des équipements, du rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements élaboré par le
15 calculateur central de maintenance lorsque ce rapport transite sur la ou les liaisons de transmission de données reliant les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement au calculateur central de maintenance.

Avantageusement, lorsque des équipements sont regroupés par sous-ensembles pourvus eux-mêmes, à leur niveau supérieur d'assemblage,
20 de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement engendrant des messages de panne concernant lesdits sous-ensembles à destination du calculateur central de maintenance, les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement de ces équipements sont également pourvus de moyens de détection, de capture et de transfert dans leurs mémoires non
25 volatiles solidaires des équipements, de messages de panne émis par le ou les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement du ou des sous-ensembles auxquels appartiennent les équipements surveillés, lorsque ces messages transitent sur la ou les liaisons de transmission de données reliant les circuits de surveillance de bon fonctionnement au calculateur
30 central de maintenance.

Avantageusement, lorsque des équipements comportent des parties pourvues elles-mêmes, à leur niveau inférieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement engendrant des messages de panne concernant lesdites parties d'équipement à destination
35 du calculateur central de maintenance, les circuits électroniques de

surveillance de bon fonctionnement de ces parties d'équipements sont également pourvus de moyens de détection, de capture et de transfert dans leurs mémoires non volatiles solidaires des parties d'équipement, de messages de panne émis par le ou les circuits de surveillance de bon
 5 fonctionnement du ou des équipements auxquels appartiennent les parties d'équipement surveillées, lorsque ces messages transitent sur la ou les liaisons de transmission de données reliant les circuits de surveillance de bon fonctionnement au calculateur central de maintenance.

Avantageusement, lorsque des équipements comportent des
 10 parties pourvues elles-mêmes, à leur niveau inférieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement engendrant des messages de panne concernant lesdites parties d'équipement à destination du calculateur central de maintenance, et lorsque les équipements qui
 15 comportent ces parties, sont regroupés par sous-ensembles pourvus eux-mêmes, à leur niveau supérieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement engendrant des messages de panne concernant lesdits sous-ensembles à destination du calculateur central de maintenance, les circuits électroniques de surveillance de bon
 20 fonctionnement des parties de ces équipements sont également pourvus de moyens de détection, de capture et de transfert dans leurs mémoires non volatiles solidaires des parties d'équipement, de messages de panne émis par le ou les circuits de surveillance de bon fonctionnement du ou des
 25 équipements et du ou des sous-groupes d'équipements auxquels appartiennent les parties d'équipement qu'ils surveillent, lorsque ces messages transitent sur la ou les liaisons de transmission de données reliant les circuits de surveillance de bon fonctionnement au calculateur central de maintenance.

Avantageusement, lorsque des équipements comportent des
 30 parties pourvues elles-mêmes, à leur niveau inférieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement engendrant des messages de panne concernant lesdites parties d'équipement à destination du calculateur central de maintenance, les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement de ces équipements sont également
 35 pourvus de moyens de détection, de capture et de transfert dans leurs mémoires non volatiles solidaires des équipements, de messages de panne

émis aux niveaux inférieurs d'assemblage par le ou les circuits de surveillance de bon fonctionnement des parties d'équipement qui les composent, lorsque ces messages transitent sur la ou les liaisons de transmission de données reliant les circuits de surveillance de bon
5 fonctionnement au calculateur central de maintenance.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description ci-après d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple. Cette description sera faite en regard du dessin dans lequel :

- 10 - une figure 1 représente, de manière schématique, un exemple d'architecture de système centralisé de maintenance d'équipements pour aéronef, et
- 15 - une figure 2 détaille un exemple de circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement selon l'invention, destiné à être monté sur une pièce d'équipement ou un équipement amovibles dont le bon fonctionnement est surveillé au moyen d'un système centralisé de maintenance tel que celui de la figure 1.

Les principaux équipements d'un aéronef moderne contribuant à
20 l'accomplissement du vol tels que les moteurs de propulsion, les moteurs actionnant les gouvernes de direction et de profondeur ainsi que les différents volets, le train d'atterrissage, etc., les interfaces de commande de ces différents moteurs, les appareils de mesure des paramètres aérodynamiques, du cap, de l'altitude, de position, de vitesse, le pilote
25 automatique, le calculateur de gestion du vol, le calculateur de gestion du carburant, les appareils de radiocommunication, etc. sont pourvus de dispositifs individuels de surveillance de bon fonctionnement réalisant une fonction BITE, c'est-à-dire le contrôle des principaux paramètres de fonctionnement de ces appareils ainsi que la conduite de tests automatiques
30 ou semi-automatiques lorsque cela s'avère nécessaire et l'émission de messages de panne lorsque les paramètres mesurés sortent des plages de valeurs autorisées ou lorsque les résultats d'un test ne sont pas ceux attendus.

La diversité des messages de panne possibles ainsi que des
35 possibilités de propagation de la panne initiale d'un équipement à d'autres

équipements dépendants rend difficile, pour l'équipage ou le personnel de maintenance, l'établissement en temps réel et dans toutes les situations possibles, d'un diagnostic de l'état général de l'aéronef. C'est pourquoi, les aéronefs modernes sont équipés d'un calculateur central de maintenance chargé d'un traitement automatique, aussi poussé que possible des messages de panne, pour ne signaler à l'équipage ou au personnel de maintenance, que la ou les pannes effectives et leur donner des indications sur la conduite à tenir pour pallier les conséquences de ces pannes.

Pour faciliter la maintenance d'un aéronef et diminuer ses durées d'immobilisation au sol, on cherche de plus en plus à généraliser l'échange standard, aussi bien au niveau de certaines pièces d'équipement, qu'au niveau de certains équipements complets. Ces pièces d'équipement ou équipements facilement démontables sont alors pourvus, à leurs niveaux respectifs d'assemblage, de circuits électroniques individuels de surveillance de bon fonctionnement assurant une fonction BITE de contrôle des paramètres principaux, d'élaboration de tests automatiques et semi-automatiques de bon fonctionnement, et de diagnostic de panne, et émettant, lorsque cela s'avère nécessaire, des messages de panne à destination du calculateur central de maintenance pour que ce dernier puisse établir son diagnostic sur l'état général de l'aéronef et localiser la pièce d'équipement ou l'équipement défaillant.

La figure 1 montre, de manière schématique, une architecture de système de maintenance centralisée tel que l'on peut en trouver dans un aéronef moderne. On y distingue un ensemble d'équipements 1 à 6 géographiquement dispersés dans la cellule de l'aéronef et reliés entre eux, ainsi qu'à un calculateur central de maintenance CMC 7, à une interface clavier-écran MCDU 8 et à une imprimante 9, par l'intermédiaire d'une liaison de transmission de données avion 10.

Tous les équipements 1 à 6 sont pourvus de circuits électroniques individuels de surveillance bon fonctionnement assumant une fonction BITE à leurs niveaux. Ces circuits électroniques individuels de surveillance de bon fonctionnement ont une partie matérielle 1a, 2a, 3a, 4a, 5a, 6a solidaire de l'équipement surveillé et communiquent leurs messages de panne au calculateur central de maintenance CMC 7 par l'intermédiaire de la liaison de transmission de données avion 10.

Certains équipements, comme les équipements 1, 4, 5, 6 sont indivisibles et ne comportent, individuellement, qu'un circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement assurant une fonction BITE au niveau global de l'équipement lui-même. Ce circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement comporte une partie matérielle 1a, 4a, 5a, 6a solidaire de l'équipement surveillé.

D'autres équipements, comme les équipements 2, 3, sont conçus selon une architecture modulaire, et renferment différents modules 20, 21, 22, 23 ou 30, 31, 32 facilement démontables et remplaçables par échange standard. Ces équipements 2, 3, sont alors pourvus chacun d'un circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement assurant une fonction BITE au niveau global de l'équipement, et d'un ensemble de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement assurant individuellement une fonction BITE au niveau de leurs modules. Les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement opérant au niveau global d'un équipement ont une partie matérielle 2a, 3a solidaire de l'équipement ou de l'un de ses modules lorsque l'équipement est organisé en modules, tandis que les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement opérant au niveau des modules 20, 21, 22, 23, 30, 31, 32 comportent chacun une partie matérielle 20a, 21a, 22a, 23a ou 30a, 31a, 32a solidaire du module surveillé.

Certains enfin des équipements 1, 2 sont géographiquement isolés alors que d'autres 3, 4, 5, 6 sont regroupés dans des armoires ou étagères 11, elles-mêmes équipées individuellement d'un circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement, avec une partie matérielle 11a, assumant une fonction BITE au niveau du regroupement d'équipements, solidaire des armoires ou étagères ou même de l'un des équipements ou de l'un des modules d'équipement du regroupement.

L'ensemble des parties matérielles des circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement, solidaires de modules d'équipement comme les parties 20a, 21a, 22a, 23a ou 30a, 31a, 32a, d'équipements comme les parties 1a, 2a, 3a, 4a, 5a, 6a, ou de regroupements d'équipements en armoire ou étagère, comme la partie 11a, sont connectées à la liaison de transmission de données avion 10 qui peut être par exemple un bus de type ARINC 429, 629 ou Ethernet auquel sont également

connectés le calculateur central de maintenance 7, l'interface clavier-écran MCDU 8 et une imprimante 9.

Le calculateur central de maintenance 7, dont la constitution est bien connue de l'homme du métier et dont un exemple est décrit dans le brevet américain US 4,943,919, effectuée, en temps réel ou en fin de vol, un diagnostic de l'état général de l'aéronef, localise le ou les équipements défaillants à l'origine des messages de panne lui parvenant des différentes fonctions BITE assumées par les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement répartis sur des modules d'équipement, des équipements et des regroupements d'équipements de l'aéronef, signale à l'équipage ou au personnel de maintenance, le ou les équipements effectivement défaillants, sauvegarde dans une partie non volatile de sa mémoire, un historique des messages de panne reçus, des alarmes émises à destination de l'équipage et établit, à destination de l'équipe assurant la maintenance au sol de l'aéronef, un rapport PFR/LLR de "post-vol" qui comporte une synthèse des messages de panne, des alarmes et des informations de contexte général (date, heure, phase de vol, etc.) utiles pour l'interprétation de ces informations. Ce rapport PFR/LLR de "post-vol" disponible juste après l'atterrissage, peut être imprimé au moyen de l'imprimante 9 installée à bord de l'aéronef, de manière automatique à la fin de chaque vol ou sur requête d'un opérateur en faisant la demande, à partir de l'interface clavier-écran MCDU 8 placée dans le poste de pilotage de l'aéronef. Il peut être également transmis à un centre de gestion de flotte appartenant par exemple à l'opérateur exploitant l'aéronef, par l'intermédiaire d'un réseau embarqué de télécommunication externe tel que le réseau ACARS de l'anglo-saxon "Aircraft Communication Addressing and Reporting System", utilisant une liaison de transmission de type VHF, UHF ou autre.

L'interface clavier-écran MCDU 8, qui permet un échange de commandes et d'informations entre un opérateur et le calculateur central de maintenance 7, est l'interface utilisée par ailleurs, et c'est sa fonction principale, pour permettre à l'équipage d'échanger des consignes et des informations avec le pilote automatique PA, le calculateur de gestion du vol FMS (Flight Management System en langue anglo-saxonne) et le calculateur de gestion du carburant. Les fonctions de pilote automatique, de gestion du vol, de gestion du carburant et de maintenance centralisée peuvent être

assumées par un même calculateur ou par plusieurs calculateurs distincts souvent regroupés dans une même armoire ou étagère. Cette interface clavier-écran MCDU 8 peut, en ce qui concerne le dialogue avec le calculateur central de maintenance 7, être doublée ou remplacée par un

5 ordinateur portable genre PC raccordée au calculateur central de maintenance 7 par une liaison de données déconnectable empruntant ou non le bus de transmission de données avion 10.

L'imprimante 9 est placée dans le poste de pilotage en un endroit facilement accessible et reliée, par le bus de transmission de données avion

10 10, à différents équipements dont le calculateur central de maintenance 7.

Lorsqu'elle a procédé à un échange standard d'un module d'équipement ou d'un équipement complet à la suite des indications contenues dans le rapport PFR/LLR de "post-vol" délivré par le calculateur central de maintenance 7, indications précisées éventuellement par des tests

15 supplémentaires de fonctionnement programmés depuis l'interface écran-clavier MCDU 8, l'équipe de maintenance au sol de l'aéronef envoie la pièce déposée : module ou équipement complet, à une station de réparation pour révision avec une note d'accompagnement expliquant les raisons de la dépose. Arrivée à la station de réparation, la pièce déposée est soumise à

20 des tests pour établir un diagnostic de réparation, réparée et contrôlée avant d'être déclarée à nouveau bonne pour le service. Dans un certain nombre de cas, le diagnostic de réparation se révèle difficile à établir.

Pour aider au diagnostic de réparation d'une pièce pourvue d'un circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement, on a pensé à

25 recourir à l'historique des messages de panne élaborés au cours de la période de mise en service de la pièce précédant sa dépose, en prévoyant de doter la partie matérielle du circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement, qui reste solidaire de la pièce, d'une mémoire non volatile, c'est-à-dire conservant les données mémorisées en cas de suppression

30 d'alimentation électrique, dans laquelle est stocké cet historique des messages de panne. Ainsi, il est possible, à l'arrivée de cette pièce en station de réparation, de consulter l'historique des messages de panne stocké dans la mémoire non volatile de la partie matérielle du circuit électronique qui lui est solidaire, ce qui facilite le diagnostic de réparation.

Cependant, dans un certain nombre de cas, l'aide de l'historique des messages de panne de la fonction BITE associée à la pièce en cours de diagnostic de réparation n'est pas suffisante pour parvenir à un diagnostic sûr. Il ne reste alors plus, comme aide au diagnostic, que la note explicative de dépose accompagnant la pièce. Or cette note, dont la rédaction résulte d'un processus entièrement manuel impliquant plusieurs intervenants, comporte souvent des erreurs de retranscription et des simplifications exagérées des motifs et circonstances de la dépose, voire parfois une absence totale de ces motifs.

Comme la motivation de la dépose d'une pièce par l'équipe de maintenance au sol de l'aéronef résulte dans la grande majorité des cas, de la consultation du rapport de PFR/LLR "post-vol" établi par le calculateur central de maintenance, on propose de stocker dans la mémoire non volatile de la partie matérielle, solidaire de la pièce, du circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement assurant la fonction BITE de la pièce, non seulement, l'historique des messages de panne engendrés par la fonction BITE de la pièce mais également le ou les derniers rapports PFR/LLR de "post-vol" établis par le calculateur central de maintenance.

Cette opération de mémorisation de rapport PFR/LLR de "post-vol" est facilitée par le fait qu'un rapport PFR/LLR de "post-vol" est souvent disponible, à un moment ou un autre sur la liaison de transmission de données avion. Ainsi, dans l'exemple de configuration du système de surveillance centralisée illustré à la figure précédente, les rapports PFR/LLR de "post-vol" empruntent nécessairement la liaison de transmission de données avion 10 pour leur impression puisque l'imprimante 9 est connectée par cette dernière au calculateur central de maintenance 7. Dans ces conditions, il suffit de pourvoir les différents circuits électroniques assurant des fonctions BITE, de moyens de détection de la présence d'un rapport PFR/LLR de "post-vol" sur la liaison de transmission de données avion, et de capture et de transfert de ce rapport PFR/LLR de "post-vol" dans leurs mémoires non volatiles solidaires des pièces susceptibles d'être déposées. Même si l'imprimante 9 est connectée au calculateur central de maintenance 7 par une liaison spécifique, ces moyens peuvent être efficaces car les rapports PFR/LLR de « post-vol » empruntent la liaison de transmission avion 10 à d'autres occasions, notamment pour leur consultation via

l'interface clavier-écran 8 ou pour leur transmission au sol par l'intermédiaire d'un réseau embarqué de télécommunication externe. Il est également possible de prévoir par une programmation adaptée du calculateur central de maintenance 7, une opération spécifique de mise à disposition de son
 5 rapport PFR/LLR de "post-vol" sur la liaison de transmission de données avion 10 exécutée à chaque fin de vol ou sur l'intervention d'un opérateur.

On propose également, de manière plus générale, de stocker dans les mémoires non volatiles des parties matérielles, qui restent solidaires des pièces déposées, des circuits électroniques de surveillance de bon
 10 fonctionnement assurant les fonctions BITE, non seulement l'historique de leurs messages de panne et le rapport PFR/LLR de "post-vol" mais également les historiques des messages de panne des fonctions BITE associées à des niveaux supérieurs d'assemblage, c'est-à-dire du ou des équipements auxquels appartiennent un module lorsque la pièce en cause
 15 est un module, ou du regroupement éventuel d'équipements auquel appartient un équipement lorsque la pièce en cause est un équipement ou un de ses modules. Ainsi, on disposera, à la station de réparation, d'un résumé assez complet du comportement en situation de la pièce ayant conduit l'équipe de maintenance au sol de l'aéronef à la remplacer. Comme
 20 précédemment pour le rapport PFR/LLR de "post-vol", l'opération est facilitée par le fait que les messages de panne engendrés par les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement assumant les fonctions BITE sont souvent disponibles à un moment ou à un autre sur la liaison de transmission de données avion 10. Si tel n'est pas le cas, les fonctions BITE
 25 des niveaux supérieurs d'assemblage étant reliées au calculateur central de maintenance 7 par une liaison de transmission de données spécifique, il suffit de faire effectuer par ces fonctions BITE de niveau supérieur d'assemblage, au moyen d'une programmation adaptée, une mise à disposition de l'historique de leurs messages de panne sur le bus de
 30 transmission de données avion, à chaque fin de vol ou sur l'intervention d'un opérateur.

On propose même de mémoriser dans les mémoires non volatiles des parties matérielles, qui restent solidaires des pièces déposées, des circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement assurant les
 35 fonctions BITE, en plus du ou des derniers rapports PFR/LLR de "post-vol",

les historiques des messages de panne des fonctions BITE associées à des niveaux d'assemblage inférieurs, le circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement assurant la fonction BITE d'un équipement stockant dans la mémoire non volatile de sa partie matérielle restant solidaire de la pièce déposée, les historiques des messages de panne des fonctions BITE associées à ses modules, ces historiques pouvant aider au repérage d'une panne provoquée par la défaillance d'un élément interne de la pièce déposée, lui-même pourvu d'une fonction BITE.

La figure 2 donne un exemple possible de configuration de la partie matérielle, qui reste solidaire de la pièce déposée, d'un circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement 40a assumant une fonction BITE, permettant une mémorisation locale, à son niveau, non seulement de l'historique de la fonction BITE de la pièce mais également du rapport PFR/LLR de "post-vol" du calculateur central de maintenance et éventuellement, d'historiques d'autres fonctions BITE assumées par d'autres circuits électroniques de bon fonctionnement.

Cette partie matérielle de circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement 40a est solidaire d'une pièce 40 dont elle suit les tribulations lors des pose et dépose et qui peut être, comme cela a été envisagé précédemment, un module d'équipement (20, 21, 22, 23, 30, 31, 32 figure 1) ou un équipement (1, 2, 3, 4 figure 1). Elle comporte un circuit 400 d'accès bidirectionnel au bus de la liaison de transmission de données avion 10, un automate de test 401, une horloge 402, un circuit 403 de détection, de capture et de transfert des messages en transit sur le bus de la liaison de transmission de données avion 10 avec un premier étage de détection de messages 413 et un deuxième étage de sélection de messages 423, une mémoire non volatile 405 et un circuit 406 de gestion de mémoire non volatile.

Le circuit 400 d'accès bidirectionnel au bus de la liaison de transmission de données avion 10 est un circuit spécialisé que l'on trouve dans tout équipement raccordé à un bus de la liaison de transmission de données avion 10. Il fait l'interface entre un équipement et le bus de la liaison de transmission de données avion, c'est-à-dire d'une part, la transition, dans les deux sens, entre une organisation de données adaptée à un équipement et une organisation de données adaptée à la liaison de transmission de

données avion et, d'autre part, le passage, dans les deux sens, d'un signal véhiculant les données aux caractéristiques physiques adaptées à un équipement, à un signal véhiculant les données aux caractéristiques physiques adaptées au bus de la liaison de transmission. Il ne sera pas
5 détaillé car il ne fait pas partie de l'invention. Il suffit de savoir qu'il sert d'interface au bus de la liaison de transmission de données pour laquelle il fournit localement, au niveau d'un équipement, un accès 400e à l'émission et un accès 400r à la réception.

L'automate de test 401 est connecté à des éléments, capteurs,
10 actionneurs, etc. dispersés au sein de la pièce 40, aux accès émission 400e et réception 400r du circuit 400 d'accès au bus de transmission de données avion 10, au circuit d'horloge 402 et au circuit de gestion de mémoire 406. Il assume la fonction BITE de la pièce 40. Ses connexions à des capteurs et actionneurs dispersés au sein de la pièce 40 lui permettent de surveiller des
15 paramètres de fonctionnement de la pièce 40 ainsi que d'effectuer des tests de bon fonctionnement sur cette pièce. Sa connexion au circuit d'horloge 402 lui permet de dater ses messages et également de mener des tests ou mesures avec des périodicités ou à des dates fixées. Ses connexions aux accès émission 400e et réception 400r du circuit 400 d'accès bidirectionnel
20 au bus de transmission de données avion 10 lui permettent de communiquer avec le calculateur central de maintenance 7 pour son paramétrage, la conduite de tests de bon fonctionnement et la transmission des messages de panne. Sa conception ne sera pas détaillée car elle ne fait pas partie de l'invention et elle est en outre très dépendante de la nature de la pièce 40
25 dont on surveille le fonctionnement.

Le circuit d'horloge 402 peut être remis à l'heure à partir du calculateur central de maintenance 7 grâce à un branchement sur l'accès réception 400r du circuit 400 d'accès bidirectionnel au bus de la liaison de transmission de données avion 10. Il délivre une référence de temps aux
30 divers éléments du circuit de surveillance de bon fonctionnement 40a.

La mémoire non volatile 405 est par exemple, une mémoire morte effaçable électriquement dite EEPROM (Electrical Erasable/Programable Read-Only Memory en langage anglo-saxon).

Le circuit 406 de gestion mémoire qui est associé à la mémoire
35 non volatile 405 permet, par exemple, compte tenu de la capacité limitée de

cette dernière, de l'utiliser comme un registre de type premier entré – premier sorti connu sous le sigle FIFO (First In First Out en langage anglo-saxon) de manière à toujours avoir en mémoire la partie la plus récente de l'historique. Il reçoit les messages de panne émis par l'automate de test 401 transitant sur l'accès émission 400e du circuit 400 d'accès bidirectionnel au bus de la liaison de transmission de données avion 10 ainsi que les rapports PFR/LLR de "post-vol" du calculateur central de maintenance 7 et les messages de panne d'autres circuits de surveillance de bon fonctionnement assumant des fonctions BITE, disponibles en sortie du circuit 423 de sélection de messages et les date avant de les introduire dans la mémoire non volatile 405. Comme l'automate de test 401 et le circuit d'horloge 402, il dispose d'une entrée de commande connectée à l'accès de réception 400r du circuit 400 d'accès bidirectionnel au bus de la liaison de transmission de données avion 10 qui permet de le télécommander par l'intermédiaire de ce circuit d'accès bidirectionnel 400.

Le premier étage de détection 413 du circuit détection, de capture et de transfert de messages 403 connecté à l'accès réception 400r du circuit 400 d'accès bidirectionnel au bus de la liaison de transmission de données avion 10 isole chaque message en transit sur le bus de la liaison de transmission avion tandis que le deuxième étage 423 du circuit de détection, de capture et de transfert 403 analyse les étiquettes ou "labels" des messages en transit sur la liaison de transmission avion 10 qui sont mis à sa disposition par le premier étage de détection de messages 413 pour ne conserver que ceux émis par le calculateur central de maintenance 7 et appartenant à un rapport PFR/LLR de "post-vol", et les messages de panne provenant de certains circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement assumant des fonctions BITE, dûment référencés au niveau de la partie matérielle 40a de circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement. Comme l'automate de test 401, le circuit d'horloge 402 et le circuit de gestion de mémoire 406, il comporte une entrée de commande connectée à l'accès réception 400r du circuit 400 d'accès bidirectionnel au bus de la liaison de transmission de données avion 10 qui permet de le télécommander par l'intermédiaire de ce circuit d'accès bidirectionnel 400, afin notamment de lui fournir les identités des circuits électroniques de

surveillance de bon fonctionnement assumant des fonctions BITE, dont il doit capter les messages.

5 Pour faciliter la compréhension, la partie matérielle de circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement représentée à la figure 2 se suffit à elle-même pour réaliser une fonction BITE complète. Il est cependant des cas où il est plus avantageux de simplifier cette partie matérielle au point où elle ne peut plus assumer, à elle seule, qu'une partie de fonction BITE, la charge de la partie restante de la fonction BITE étant reportée sur le calculateur central de maintenance ou sur un calculateur de
10 prédiagnostic.

Egalement, dans un but de faciliter la compréhension, la partie matérielle de circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement a été représentée dans la figure 2, sous forme d'un assemblage de boîtes séparées et dédiées à des fonctions distinctes. Il ne faut pas en conclure
15 pour autant que cet assemblage implique que de telles boîtes existent nécessairement dans une réalisation, les fonctions réalisées par des boîtes différentes pouvant l'être au moyen d'un ou plusieurs microprocesseurs pilotés par des logiciels et fonctionnant en multitâche.

Les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement
20 qui viennent d'être proposés pour assumer la fonction BITE d'une partie d'équipement ou d'un équipement démontables, susceptibles d'échanges standards, au sein d'un système de maintenance à calculateur centralisé, permettent à une station de réparation, de disposer, à partir de la pièce déposée elle-même, d'une vision suffisamment complète sur le déroulement de la dernière campagne d'utilisation de la pièce pour :

- constater les conditions dans lesquelles la panne motivant la
25 dépose de la pièce s'est déclarée (concomitance de pannes d'autres équipements ou parties d'équipement, perturbations éventuelles des réseaux électriques ou hydrauliques, etc.),
- 30 - apprécier si la dépose de la pièce est bien consécutive à une annonce incriminant la pièce concernée.

REVENDICATIONS

1. Système de maintenance pour un ensemble d'équipements comportant :

- des circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...) de chaque équipement (1, 2, 3,...) ~~pourvus chacun de moyens d'élaboration de tests de bon~~ fonctionnement et d'émission de messages de panne en cas d'échec des tests (400, 401) ainsi que d'une mémoire non volatile (405) solidaire de l'équipement surveillé,
- un calculateur central de maintenance (7) en relation avec lesdits circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...), pourvu de moyens de diagnostic de l'état de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...), opérant à partir des messages de panne desdits circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...) et élaborant un rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...),
- une ou plusieurs liaisons de transmission de données (10) reliant lesdits circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...) au calculateur central de maintenance (7),

ledit système de maintenance pour un ensemble d'équipements (1, 2, 3,...) étant caractérisé en ce que le calculateur central de maintenance (7) comporte des moyens de mise à disposition de son rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...) sur la ou les liaisons de transmission de données (10) le reliant aux circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...) et en ce que les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...) comportent des moyens de détection, de capture et de transfert (403, 413, 423) dans leurs mémoires non volatiles (405) solidaires des équipements, du rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...) élaboré par le calculateur central de maintenance (7) lorsque ce

rapport transite sur la ou lesdites liaisons de transmission (10) reliant les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a, etc.) au calculateur central de maintenance (7).

5 2. Système selon la revendication 1, dans lequel des équipements (3, 4, 5, 6) sont regroupés par sous-ensembles (11) pourvus eux-mêmes, à leur niveau supérieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (11a) engendrant des messages de panne concernant lesdits sous-ensembles (3, 4, 5, 6) à destination du calculateur
10 central de maintenance (7), caractérisé en ce que les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (3a, 4a, 5a, 6a) de ces équipements (3, 4, 5, 6) regroupés en un même sous-ensemble (11) sont également pourvus de moyens de détection, de capture et de transfert (403, 413, 423) dans leurs mémoires non volatiles (405) solidaires des équipements, des
15 messages de panne émis par le (11a) ou les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement du ou des sous-ensembles (11) auxquels appartiennent les équipements (3, 4, 5, 6), lorsque ces messages transitent sur la ou lesdites liaisons de transmission (10) reliant les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (3a, 4a, 5a, 6a, 11a) au
20 calculateur central de maintenance (7).

3. Système selon la revendication 1, dans lequel des équipements (2, 3) comportent des parties (20, 21, 22, 23, 30, 31, 32) pourvues elles-mêmes, à leur niveau inférieur d'assemblage, de circuits électroniques de
25 surveillance de bon fonctionnement (20a, 21a, 22a, 23a, 30a, 31a, 32a) engendrant des messages de panne concernant lesdites parties d'équipement (20, 21, 22, 23, 30, 31, 32) à destination du calculateur central de maintenance (7), caractérisé en ce que les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (20a, 21a, 22a, 23a, 30a, 31a, 32a) de
30 ces parties d'équipement (20, 21, 22, 23, 30, 31, 32) sont également pourvus de moyens de détection, de capture et de transfert (403, 413, 423) dans leurs mémoires non volatiles (405) solidaires des parties d'équipement, de messages de panne émis par le ou les circuits de surveillance de bon fonctionnement (2a, 3a) du ou des équipements (2, 3) auxquels
35 appartiennent les parties d'équipement (20, 21, 22, 23, 30, 31, 32), lorsqu'ils

transitent sur la ou lesdites liaisons de transmission (10) reliant les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a, etc.) au calculateur central de maintenance (7).

5 4. Système selon la revendication 1, dans lequel des équipements (3) comportent des parties (30, 31, 32) pourvues elles-mêmes, à leur niveau inférieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (30a, 31a, 32a) engendrant des messages de panne concernant lesdites parties d'équipement (30, 31, 32) à destination du
10 calculateur central de maintenance (7) et où les équipements (3) qui comportent ces parties d'équipement (30, 31, 32), sont regroupés avec d'autres équipements (4, 5, 6) par sous-ensembles (11) pourvus eux-mêmes, à leur niveau supérieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (11a) engendrant des messages de
15 panne concernant lesdits sous-ensembles (11) à destination du calculateur central de maintenance (7), caractérisé en ce que les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (30a, 31a, 32a) des parties (30, 31, 32) de ces équipements (3) sont également pourvus moyens (403) de détection, de capture et de transfert (403, 413, 423) dans leurs mémoires
20 non volatiles (405) solidaires des parties d'équipements, de messages de panne émis par le ou les circuits de surveillance de bon fonctionnement (3a, 11a) du ou des équipements (3) et du ou des sous-ensembles d'équipements (11) auxquels appartiennent les parties d'équipement (30, 31, 32), lorsque ces messages transisent sur la ou lesdites liaisons de
25 transmission (10) reliant les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a, etc.) au calculateur central de maintenance (7).

5. Système selon la revendication 1, dans lequel des équipements (3) comportent des parties (30, 31, 32) pourvues elles-mêmes, à leur niveau
30 inférieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (30a, 31a, 32) engendrant des messages de panne concernant lesdites parties d'équipement (30, 31, 32) à destination du calculateur central de maintenance (7), caractérisé en ce que les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (3a, 11a) de ces
35 équipements (3) sont également pourvus de moyens (403) de détection, de

capture et de transfert (403, 413, 423) dans leurs mémoires non volatiles (405) solidaires des équipements, des messages de panne émis au niveau inférieur d'assemblage par le ou les circuits de surveillance de bon fonctionnement (30a, 31a, 32a, 3a, 4a, 5a, 6a) des parties d'équipement (30, 31, 32) qui les composent lorsque ces messages transitent sur la ou lesdites liaisons de transmission (10) reliant les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a, etc.) au calculateur central de maintenance (7).

6. Système selon la revendication 1, dans lequel des équipements (3) comportent des parties (30, 31, 32) pourvues elles-mêmes, à leur niveau inférieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (30a, 31a, 32) engendrant des messages de panne concernant lesdites parties d'équipement (30, 31, 32) à destination du calculateur central de maintenance (7), et où les équipements (3) qui comportent ces parties d'équipement (30, 31, 32) sont regroupés avec d'autres (4, 5, 6) par sous-ensembles (11) pourvus eux-mêmes, à leur niveau supérieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (11a) engendrant des messages de panne concernant lesdits sous-ensembles à destination du calculateur central de maintenance (7), caractérisé en ce que les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (3a, 11a) de ces équipements (3) sont également pourvus de moyens (403) de détection, de capture et de transfert (403, 413, 423) dans leurs mémoires non volatiles (405) solidaires des équipements, des messages de panne émis au niveau inférieur d'assemblage par le ou les circuits de surveillance de bon fonctionnement (30a, 31a, 32a, 3a, 4a, 5a, 6a) de leurs parties d'équipement (30, 31, 32) et, au niveau supérieur d'assemblage, par le ou les circuits de surveillance de bon fonctionnement des équipements (3, 4, 5, 6) appartenant au même sous-ensemble, lorsque ces messages transitent sur la ou lesdites liaisons de transmission (10) reliant les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a, etc.) au calculateur central de maintenance (7).

7. Système selon la revendication 1, comportant une imprimante (9) reliée au calculateur central de maintenance (7) par la ou l'une desdites

liaisons de transmission de données (10) raccordant le calculateur central de maintenance (7) aux circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...), caractérisé en ce que les moyens du calculateur central de maintenance (7) effectuant la mise à disposition de son rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...) sur la ou les liaisons de transmission de données (10) le reliant aux circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...) sont aussi les moyens de mise à disposition de l'imprimante (9), de son rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...).

8. Système selon la revendication 1, comportant une interface clavier-écran (8) reliée au calculateur central de maintenance (7) par la ou l'une desdites liaisons de transmission de données (10) raccordant le calculateur central de maintenance (7) aux circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...), caractérisé en ce que les moyens du calculateur central de maintenance (7) effectuant la mise à disposition de son rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...) sur la ou les liaisons de transmission de données (10) le reliant aux circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...) sont aussi les moyens de mise à disposition de l'interface clavier-écran (8), de son rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...).

9. Système selon la revendication 1, associé à un réseau embarqué de télécommunication externe relié au calculateur central de maintenance (7) par la ou l'une desdites liaisons de transmission de données (10) raccordant le calculateur central de maintenance (7) aux circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...), caractérisé en ce que les moyens du calculateur central de maintenance (7) effectuant la mise à disposition de son rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...) sur la ou les liaisons de transmission de données (10) le reliant aux circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...) sont aussi les moyens de mise à disposition du réseau embarqué de télécommunication

externe, de son rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...).

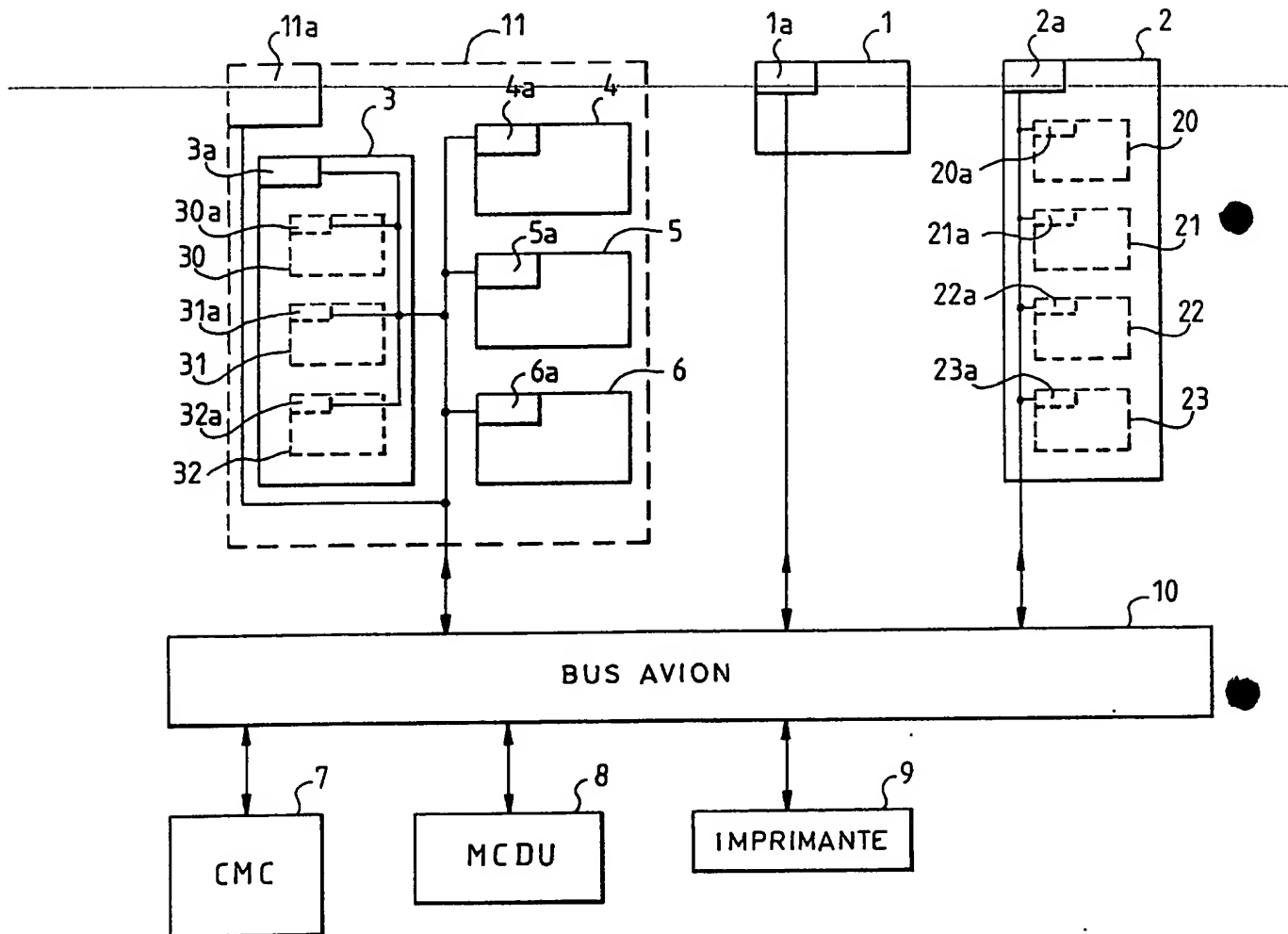


FIG.1

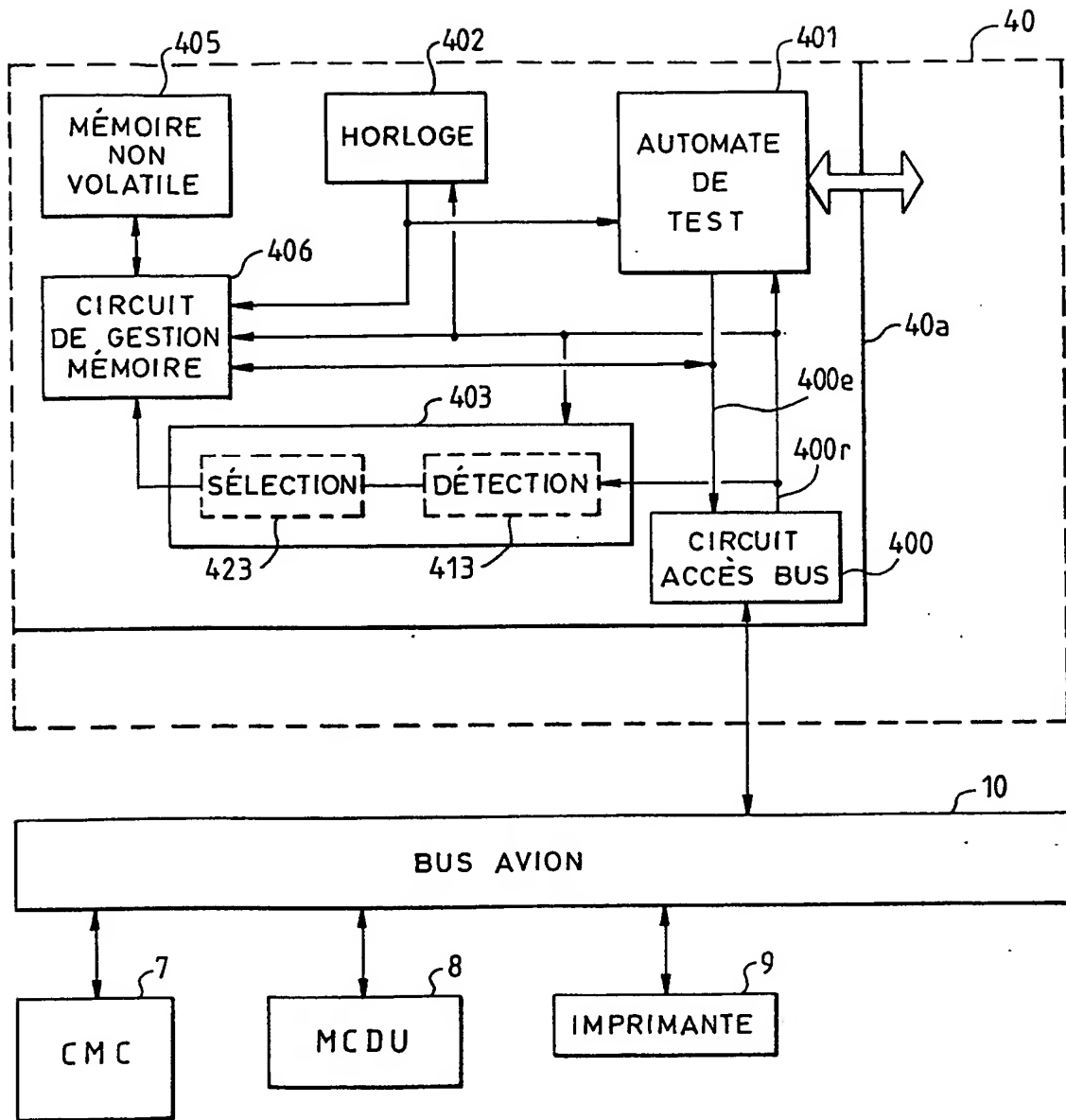


FIG.2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.